

酸性化多孔質ケイ酸カルシウム水和物の苗箱施用による育苗培土の保水性向上効果

著者	平内 央紀, 三枝 正彦
雑誌名	複合生態フィールド教育研究センター報告 = Bulletin of Integrated Field Science Center
巻	21
ページ	5-8
発行年	2005-12-27
URL	http://hdl.handle.net/10097/30905

酸性化多孔質ケイ酸カルシウム水和物の苗箱施用による 育苗培土の保水性向上効果

平内 央紀・三枝 正彦

Effect of acidified porous hydrated calcium silicate applied on the water holding capacity of nursery bed soil

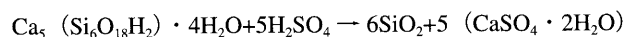
Hironori Heinai and Masahiko Saigusa

キーワード：水稻，酸性化多孔質ケイ酸カルシウム水和物，苗箱施用，保水性，石膏

はじめに

近年，水稻栽培における苗質の向上を目的として，ケイ素の苗箱施用が検討されている^{1), 2), 3)}。著者ら⁴⁾は，安価でケイ素供給力に優れた多孔質ケイ酸カルシウム水和物⁵⁾に硫酸を添加した酸性化多孔質ケイ酸カルシウム水和物を苗箱施用することにより，水稻苗のケイ素含有率が高まり，苗質が向上することを報告した。

この酸性化多孔質ケイ酸カルシウム水和物は，製造の過程で硫酸を添加することにより，多孔質ケイ酸カルシウム水和物の主成分であるトバモライト $[\text{Ca}_5(\text{Si}_6\text{O}_{18}\text{H}_2) \cdot 4\text{H}_2\text{O}]$ が以下の反応により，シリカゲルと石膏となる。



そのため，酸性化多孔質ケイ酸カルシウム水和物の苗箱施用によってケイ素の供給だけでなく石膏の供給効果も期待できる。石膏はカルシウムや硫黄の供給源となる他，土壤構造を安定させることによって，土壤物理性を向上させる効果があるといわれている⁶⁾。したがって，酸性化多孔質ケイ酸カルシウム水和物の苗箱施用は，育苗培土の保水性を向上させ，水稻苗の水分ストレスの発生を抑制あるいは灌水管理を用意にする可能性が考えられる。

そこで本研究では，酸性化多孔質ケイ酸カルシウム水和物の苗箱施用による育苗培土の保水性向上効果について栽培試験を行い検討した。

材料と方法

1. 育苗試験

試験は宮城県鳴子町東北大学大学院農学研究科附属農場（現複合生態フィールド教育研究センター）内で行った。供試品種にはひとめぼれ (*Oryza sativa* L. cv. Hitomebore) を，供試培土にはいなほ無肥料培土（いなほ化工）を用いた。試験は2001年10月4日から同年11月7日まで行った。育苗箱（60 × 30 × 3 cm）1箱当りに催芽籾を125 g 播種した後，30℃，2日間の加温出芽処理を行い，育苗ハウスで育苗した。肥培管理は化成肥料（N: P₂O₅: K₂O=10: 10: 10）を窒素として1箱あたり2 g 相当量を基肥として施肥し，2.5葉期と3.5葉期に，それぞれ硫酸を窒素として1 g 相当量を追肥した。処理区は無処理区と床土に酸性化多孔質ケイ酸カルシウム水和物を重量比で25%の割合で混合したAPS区，市販のシリカゲル肥料を標準施用量である1箱あたり200 g 施用したSG区を設けた。試験は3反復で行った。

供試した酸性化多孔質ケイ酸カルシウム水和物，原料の多孔質ケイ酸カルシウム水和物およびシリカゲルのpHと化学成分割合を表1に示した。酸性化多孔質ケイ酸カルシウム水和物では，硫酸処理によりpH（H₂O）が原料の10.1から5.2へと低下した。また，酸性化多孔質ケイ酸カルシウム水和物のケイ素含量は，原料の245 g kg⁻¹から173 g kg⁻¹に減少したが，これは硫酸の添加により全体量が増加したことによる希釈効果と考えられた。一方，原料の炭酸カルシウムおよび酸化カルシウムは，酸性化多孔質ケイ酸

表1 ケイ酸資材の pH および化学成分割合

	pH (H ₂ O)	Si	CaCO ₃	CaSO ₄	CaO	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃
		gkg ⁻¹					
多孔質ケイ酸カルシウム水和物 (原料)	10.1	245	114	12	215	18	12
酸性化多孔質 ケイ酸カルシウム水和物	5.3	173	81	398	0	12	9
シリカゲル	5.0	466	0	0	0	0	0

カルシウム水和物では硫酸と反応し、ほとんどが石膏となっていた。シリカゲルにはケイ素以外の成分はほとんど含まれていなかった。

育苗終了後、苗 30 本について葉齢、草丈、葉色を測定した。さらに、水稻苗 100 本をサンプリングし、70℃、2 日間通風乾燥して地上部および地下部乾物重を測定した。水稻苗のケイ素含有率はフッ化水素酸抽出-モリブデンイエロー法⁷⁾に従って測定した。

また、酸性化多孔質ケイ酸カルシウム水和物の保水性向上効果について検討するため、播種 18 日後に 3 葉期まで育苗した苗の一部を、約 2 cm の深さに水を張ったプラスチックケースに育苗箱ごとに入れて 24 時間静置して育苗培土の水分を飽和状態とし、その後は灌水をせずに 1 日ごとに観察するとともに、水稻苗と育苗培土をサンプリングし、水分含量を測定した。

2. 育苗培土の保水性の測定

酸性化多孔質ケイ酸カルシウム水和物、またはシリカゲルを育苗試験の床土と同じ割合で育苗培土に混和し、水分を毛管飽和させて密閉下で 1 週間インキュベーションした後、高速冷却遠心機 (日立製作所, HIMAC SCR-18B) を用いて、毛管連絡切断含水量に相当する -100 kPa (2750 rpm, 50 分)、初期萎凋点に相当する -600 kPa (6950 rpm, 50 分)、永久萎凋点に相当する -1500 kPa (11000 rpm, 50 分) 時の水分含量を求めた⁸⁾。なお、資材自体の水分保持能を検討するために酸性化多孔質ケイ酸カルシウム水和物を同じく円筒管に入れて遠心法によって水分含量を求めた。

結果と考察

育苗終了時の苗質調査結果および水稻苗のケイ素含有率を表 2 に示した。葉齢、草丈、葉色は処理区間で大きな差は見られなかった。地上部乾物重は無処理区で平均 17.5 mg 本⁻¹であったのに対して、APS 区では 20.3 mg 本⁻¹、SG 区では 20.6 mg 本⁻¹とケイ酸資材を施用した区で有意に増加した。地下部乾物重は、無処理区で平均 4.7 mg 本⁻¹、SG 区で 4.9 mg 本⁻¹であったのに対して APS 区で 5.6 mg 本⁻¹と統計的に有意ではないものの、増加する傾向が見られた。苗の充実度は無処理区で 1.1 であったのに対して酸性化多孔質ケイ酸カルシウム水和物およびシリカゲル施用区では

それぞれ 1.3, 1.4 と有意に高かった。水稻苗の地上部のケイ素含有率は、無処理区に対して、ケイ酸資材施用区で 33 % 程度有意に増加した。水稻苗のケイ素含有率が高まることにより光合成が促進され、乾物重、苗の充実度が向上したものと考えられる。

写真 1 は育苗培土を水分飽和した直後、2 日後、4 日後、6 日後の苗の外観である。水分飽和後 2 日目の苗の外観は水分飽和直後と変わらなかった。水分飽和後 4 日目には、

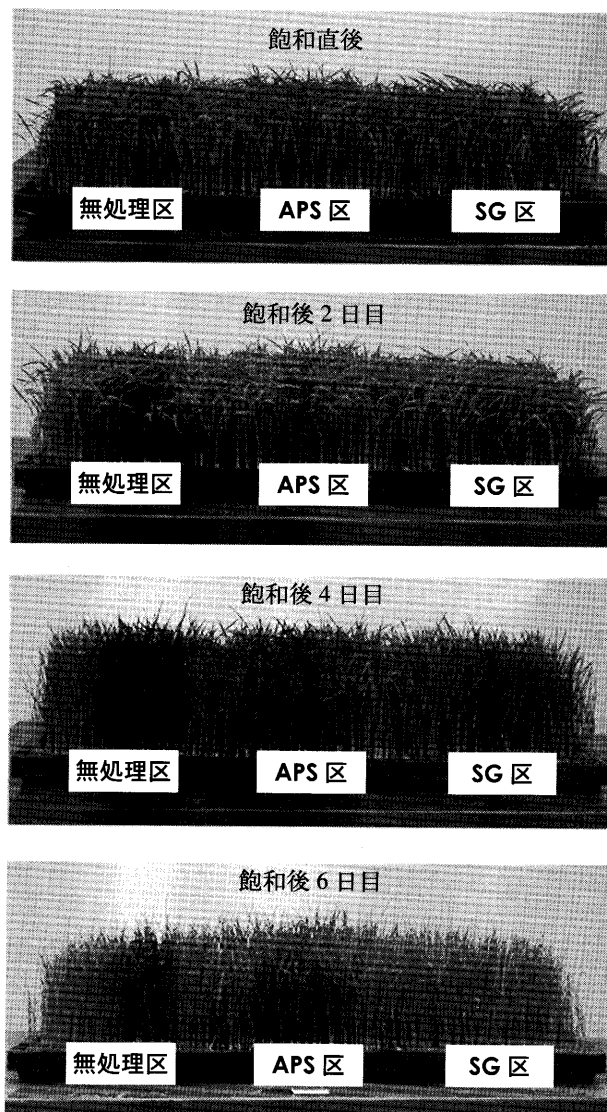


写真1 酸性化多孔質ケイ酸カルシウム水和物の苗箱施用が床土の保水性に与える影響

表 2 ケイ酸資材の苗箱施用が水稻苗の生育、ケイ素含有率に及ぼす影響

処理区	葉齢	草丈 (cm)	葉色 (SPAD 値)	乾物重 (mg 本 ⁻¹)		充実度 (mgcm ⁻¹)	ケイ素含有率 (gkg ⁻¹)
				地上部	地下部		
無処理区	4.2 ± 0.1a	15.9 ± 0.2a	31.5 ± 0.4a	17.5 ± 0.5a	4.7 ± 0.5a	1.1 ± 0.0a	30.9 ± 0.2a
APS 区	4.1 ± 0.0a	15.2 ± 0.3a	30.3 ± 0.6a	20.3 ± 0.9b	5.6 ± 0.5a	1.3 ± 0.0b	41.2 ± 0.5b
SG 区	4.2 ± 0.1a	15.2 ± 0.2a	30.8 ± 1.3a	20.6 ± 0.7b	4.9 ± 0.1a	1.4 ± 0.1b	41.0 ± 0.4b

※異なるアルファベットは 5% 水準で有意差があることを示す (Tukey's HSD, n=3).

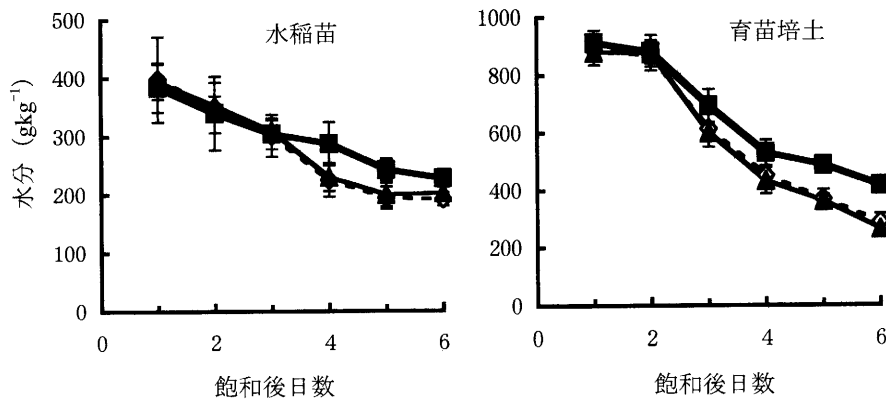


図1 水稻苗と育苗培土の水分含量の推移
エラーバーは標準誤差を示す。

—◇— 無処理区 —■— APS区 —▲— SG区

無処理区とSG区で水分ストレスの初期症状である葉身の卷みが見られたが、APS区では変化が見られなかった。水分飽和後6日目には、APS区でも葉身が巻きはじめたのに対して、無処理区とSG区では葉先が白くなり、枯死しはじめた。このように、酸性化多孔質ケイ酸カルシウム水和物の苗箱施用により、水分ストレス発現が他の区と比較して2日程遅くなる傾向がみられた。図1に、水分飽和1日後から6日後までの水稻苗と育苗培土の水分含量を示した。水稻苗の水分含量は、水分飽和後から日数が経過するにつれて低下する傾向が見られ、無処理区とSG区は同じような推移を示した。APS区的水稻苗の水分含量は、水分飽和後3日目までは無処理区およびSG区と大きな差は見られなかったが、4日目以降はAPS区で高く推移する傾向が見られた。また、育苗培土の水分含量は、水分飽和後2日目までは処理区間で大きな差は見られなかったが、3日目以降はAPS区で無処理区およびSG区よりも高く推移する傾向が見られた。

以上のように酸性化多孔質ケイ酸カルシウム水和物の苗箱施用によって、水稻苗は水分ストレスを受けにくくなる傾向が見られ、その要因として酸性化多孔質ケイ酸カルシウム水和物に含まれる石膏によって育苗培土の水分保持力が向上したことが考えられた。

図2は、遠心法で求めた-100, -600, -1500 kPa時の育苗培土の水分含量を示した。-100 kPa時の水分含量は無処理区で299 g kg⁻¹、APS区で364 g kg⁻¹、SG区で304 g kg⁻¹となり、また、-600 kPa時でもそれぞれ269 g kg⁻¹、304 g kg⁻¹、282 g kg⁻¹とAPS区で最も高かった。-1500 kPa時にはそれぞれ257 g kg⁻¹、271 g kg⁻¹、270 g kg⁻¹となり、無処理区よりもAPS区で高くなったが、SG区とは大きな差は見られなかった。また、酸性化多孔質ケイ酸カルシウム水和物の資材自体の水分含量は-100 kPa時で484 g kg⁻¹、-600 kPa時で379 g kg⁻¹、-1500 kPa時で320 g kg⁻¹と、資材自体でも高い水分保持能があることが明らかとなった。この資材自体の水分含量と無処理区の水分含量から、APS

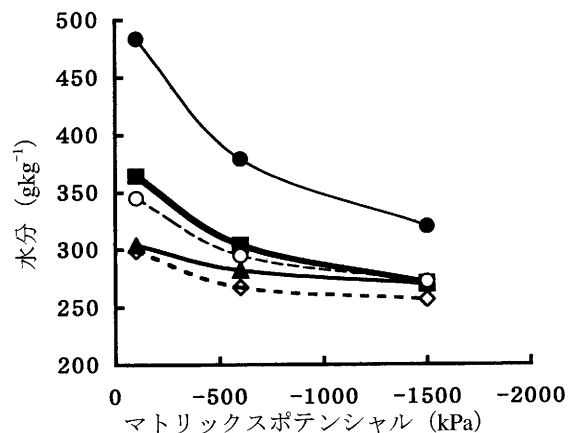


図2 各マトリックスポテンシャル時の育苗培土の水分含量

—◇— 無処理区 —■— APS区 —▲— SG区
--○-- 理論値
—●— 酸性化多孔質ケイ酸カルシウム水和物

区の育苗培土の理論上の値を次式で求めた。

$$\text{APS 区の水分含量の理論値} = (\text{無処理区の水分含量}) \times 3/4 + (\text{資材自体の水分含量}) \times 1/4$$

APS 区の水分含量の理論値は、-100 kPa 時で 345 g kg⁻¹、-600 kPa 時で 295 g kg⁻¹、-1500 kPa 時で 272 g kg⁻¹ と -100 および -600 kPa 時では APS 区の実測値に比較してやや低い値となった。このことから酸性化多孔質ケイ酸カルシウム水和物の施用による保水性の向上には、資材自体の水分保持能と、わずかながら石膏による育苗培土の物理性の改善効果も影響をしていると考えられた。

要約

酸性化多孔質ケイ酸カルシウム水和物が育苗培土の保水性におよぼす影響について、育苗試験で検討した。

水稻苗のケイ素含有率は、ケイ酸資材の苗箱施用によって高まり、乾物重も増加する傾向が見られた。3 葉期に床

土を水分飽和させ、その後灌水せずに観察したところ、酸性化多孔質ケイ酸カルシウム水和物を施用した区の苗は、無処理区とシリカゲル施用区よりも水分ストレス発現が遅かった。水分飽和後の水稻苗と育苗培土の水分含量は、酸性化多孔質ケイ酸カルシウム水和物を施用した区において高く推移する傾向が見られた。遠心法により測定した -100 kPa, -600 kPa 時の水分含量は酸性化多孔質ケイ酸カルシウム水和物を施用した区で無処理区とシリカゲル施用区よりも高かった。また、酸性化多孔質ケイ酸カルシウム水和物を施用した床土の水分含量の実測値は、無処理区と酸性化多孔質ケイ酸カルシウム水和物自体の水分含量から計算して求めた理論値よりやや高く、酸性化多孔質ケイ酸カルシウム水和物自体の水分保持能と、わずかな育苗培土の物理性改善効果が認められた。

以上より、酸性化多孔質ケイ酸カルシウム水和物の苗箱施用は、水稻苗の苗質を向上させるとともに、育苗培土の保水性が向上し、水稻苗の水分ストレスの発生抑制効果が期待される。

引用文献

- 1) 藤井弘志・早坂 剛・横山克至・安藤 豊 (1999), 日本土壤肥科学雑誌, 70, 785-790
- 2) 早川 剛・藤井弘志・安藤 豊・生井恒雄 (2000), 日本植物病理学会報, 66, 18-22
- 3) 前川和正・渡辺和彦・相野公孝・岩本 豊 (2001), 日本土壤肥科学雑誌, 72, 56-61
- 4) 三枝正彦・平内央紀・渋谷暁一・岡崎仁志・吉田一男 (2003), 日本土壤肥科学雑誌, 74, 333-337
- 5) 三枝正彦・山本晶子・渋谷暁一 (1998), 日本土壤肥料学雑誌, 69, 576-581
- 6) I.S. Alcordo and J. E. Rechcigl (1993), *Advance in Agriculture*, 49, 55-118
- 7) K. Saito, A. Yamamoto, S. Tongmin and M. Saigusa (2005), *Soil Sci. Plant Nutr.*, 51, 29-36
- 8) 岩田進午 (1968), 日本土壤肥科学雑誌, 39, 177-178

東北大学大学院農学研究科附属複合生態フィールド教育研究センター